

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## 12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 01796/98

22 Anmeldungsdatum: 02.09.1998

24 Patent erteilt: 15.12.1999

45 Patentschrift veröffentlicht: 15.12.1999

73 Inhaber:  
Luzius Zappa, Weinbergstrasse 63,  
8802 Kilchberg ZH (CH)  
Junfeng Li, Culmannstrasse 31, 8006 Zürich (CH)

72 Erfinder:  
Luzius Zappa, Weinbergstrasse 63,  
8802 Kilchberg ZH (CH)  
Junfeng Li, Culmannstrasse 31, 8006 Zürich (CH)

### 54 Integriertes Verfahren der simultanen Erzeugung von Zement-Klinker und Elektrizität.

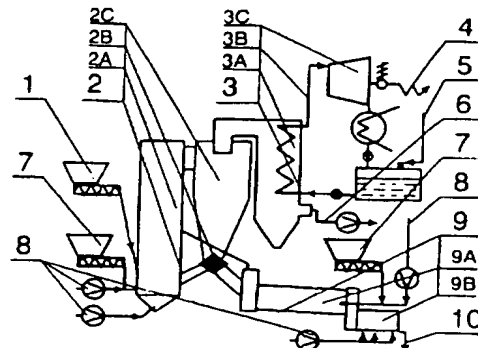
57 Ein integriertes Verfahren zur simultanen Erzeugung von Zement-Klinker und Elektrizität mittels einer Anlage, bestehend im Wesentlichen aus einem Reaktorsystem mit zirkulierender Wirbelschicht (2), einem Dampferzeuger (3A) und einem Elektrizitäts-Kraftwerk (3), einem Zement-Klinker-Drehofen (9A) und einem Zement-Klinkerkühler (9B) wird beschrieben.

Dabei wird kaltes Zement-Rohmehl (1) auf niedriger Stufe in das Reaktorsystem mit zirkulierender Wirbelschicht (2) geführt, wo es sofort vorehitzt und vorkalziniert wird. Brennstoff (7) und Luft (8) werden in den Reaktor (2) und auch in den Zement-Klinker-Drehofen (9A) geführt, damit eine Verbrennung stattfindet. Das Zement-Rohmehl wird in den Zyklon-Sammler (2C) hinaufgezogen. Der Zyklon-Sammler (2C) trennt heisses Gas vom Zement-Rohmehl. Das Zement-Rohmehl fällt danach nach unten in den Massenablauf-Verteiler (2B), um in zwei Flüsse geteilt zu werden, wobei der eine Teil in den Reaktor (2A) zurückfliesst, um weiter vorgewärmt und vorkalziniert zu werden und der andere Teil in den Zement-Klinker-Drehofen (9A) fliesst, wo es zu Zement-Klinker gebrannt wird. Im Zement-Klinkerkühler (9B) wird es abgekühlt, und es entsteht fertiger Zement-Klinker (10).

Gas mit sehr hoher Temperatur wird während des Prozesses erzeugt und in den Wärmetauscher des Dampf-

erzeugers (3A) geführt. Der entstehende überhitzte Dampf (3B) treibt eine Turbine (3C) an und mittels Dampfkraft wird Elektrizität (4) gewonnen.

Beide Teile, nämlich der Zement-Klinker-Drehofen (9A) mit Klinkerkühler (9B) und das Elektrizitäts-Kraftwerk (3) sind entsprechend mit dem Reaktor mit zirkulierender Wirbelschicht (2) verbunden. Das Zement-Klinker-Produktionsverfahren arbeitet mit der Elektrizitätserzeugungsanlage zusammen. Dieses integrierte Verfahren wird benutzt um gleichzeitig Zement und Elektrizität zu produzieren.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung ermöglicht ein integriertes Verfahren der simultanen Erzeugung von Zement-Klinker und Elektrizität mittels eines Reaktorsystems mit zirkulierender Wirbelschicht (ZWS-Reaktorsystem), welches im Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 dargestellt wird.

Die Technologie des Standes der Technik wird wie folgt beschrieben: In einer simultanen Produktion von Zement und Elektrizitäts-Erzeugung besteht das Verfahren in einer simultanen Zement-Klinker-Produktion und Elektrizitäts-Erzeugung aus einem unabhängigen Vorkalzinator, mehrstufigen Wärmetauschern, Zement-Rohmehl, ein Elektrizitäts-Kraftwerk für die Wiederverwertung der Hitze, ein Dampferzeuger, übererhitzter Dampf, eine Turbine, Elektrizität-Erzeugung, Wasser, gasförmiger Ausstoss, Brennstoff, Luft, Zement-Klinker-Drehofen und Klinkerkühler, Zement-Klinker, usw.

Das Verfahren der Zement-Produktion ist getrennt vom Verfahren der Wiederverwertung der Hitze für das Elektrizitäts-Kraftwerk. Die Zement-Produktion ist unabhängig und arbeitet ohne Elektrizitäts-Kraftwerk. Die Elektrizität ist nur ein Nebenprodukt der Zement-Klinker-Produktion. Die mehrstufigen Wärmetauscher und der unabhängige Vorkalzinator sind normalerweise in einer sehr grossen Anlage verbunden.

Zuerst wird das Zement-Rohmehl in den Einlass des obersten Teiles der mehrstufigen Wärmetauscher eingeführt und dann vorehitzt. Danach wird der Zement im unabhängigen Vorkalzinator vorkalziniert. Das Gas, das aus der Produktion von Zement entsteht, fliesst durch den Dampferzeuger. Die Temperatur des Gases, das die mehrstufigen Wärmetauscher verlässt und in den Dampferzeuger fliesst, beträgt 250 bis 450 Grad Celsius. Im Dampferzeuger für die Wiederverwertung der Hitze wird ein Teil der Hitze des Gases wiederverwertet (Recycling). Dadurch kann die Energie wiederverwendet werden, um Elektrizität zu erzeugen.

Die Erfindung betrifft ein integriertes Verfahren der simultanen Erzeugung von Zement und Elektrizität mittels eines Reaktorsystems mit zirkulierender Wirbelschicht (ZWS-Reaktorsystem). Zur Erläuterung der Erfindung wird ein Beispiel nachfolgend an Hand von Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 Integriertes Verfahren der simultanen Erzeugung von Zement und Elektrizität mittels eines Reaktorsystems mit zirkulierender Wirbelschicht (ZWS-Reaktorsystem)

Fig. 2 Luft/Gas Flussdiagramm

Fig. 3 Zement-Rohmehl und Zement-Klinker Flussdiagramm

Fig. 4 Massenablauf-Verteiler

Wie in der Fig. 1 dargestellt, besteht das integrierte Verfahren der simultanen Erzeugung von Zement-Klinker und Elektrizität mittels eines Reaktorsystems mit zirkulierender Wirbelschicht aus Zement-Rohmehlaufgabe (1), ein ZWS-Reaktorsystem (2), ZWS-Reaktor (2A), ZWS-Massenablauf-Verteiler (2B), ZWS-Zyklon-Sammler (2C), Dampf- und Elek-

trizitäts-Kraftwerk (3), Dampferzeuger (3A), übererhitzter Dampf (3B), eine Turbine (3C), Elektrizität (4), Wasser (5), gasförmiger Ausstoss (6), Brennstoff (7), Luft (8), Zement-Klinker-Drehofen und Klinkerkühler (9), Zement-Klinker-Drehofen (9A), Zement-Klinkerkühler (9B) und Zement-Klinker (10), usw.

Das ZWS-Reaktorsystem (2) ist der Kern des neuen Verfahrens. Da es sich um ein integriertes Verfahren handelt, ist das ganzheitliche Verbundsystem sehr wichtig. Beide Teile, Dampferzeuger (3A) und Zement-Klinker-Drehofen (9A) sind entsprechend mit dem ZWS-Reaktorsystem (2) verbunden.

Im Folgenden wird das Prinzip der Erfindung beschrieben: Kaltes (normale Umgebungstemperatur) Zement-Rohmehl (1) wird direkt in den ZWS-Reaktor (2A) geführt, wo es sofort vorehitzt und gleichzeitig vorkalziniert wird. Brennstoff (7) und Luft (8) werden in das ZWS-Reaktorsystem (2) und auch in den Zement-Klinker-Drehofen und Klinkerkühler (9) entsprechend an verschiedenen Stellen hineingeführt.

Das ZWS-Reaktorsystem (2) ist der Vorehitzer und Vorkalzinator der Zement-Rohmehlaufgabe (1), wo eine Verbrennung des Brennstoffes (7) mit der Luft (8) stattfindet. Somit wird auch Gas mit sehr hoher Temperatur für den Wärmetauscher des Dampferzeugers (3A) erzeugt. Die Temperatur des Gases, das aus dem ZWS-Reaktorsystem (2) aussteigt und das in den Dampferzeuger (3A) fliesst, beträgt zwischen 600 bis 1200 Grad Celsius. Die Zersetzung von  $\text{CaCO}_3$  von Zement-Rohmehl (1) findet statt. Folgende Formel gilt für die  $\text{CaCO}_3$  Zersetzung:  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 + \Delta H$ .

Das vorehitzte und gleichzeitig vorkalzinierte Zement-Rohmehl (1) fliesst in den Zement-Drehofen (9A). Im Zement-Drehofen (9A) findet eine Verbrennung des Brennstoffes (7) mit der Luft (8) statt, und es entsteht wiederum heisses Gas. Während diesem Verfahren wird Zement-Rohmehl (1) zu Zement-Klinker (10) gebrannt. Der Zement-Klinker (10) fliesst in den Zement-Klinkerkühler (913) und wird abgekühlt.

Beim Erhitzen des Zement-Rohmehls im ZWS-Reaktor (2A) entsteht heisses Gas, das bei der Verbrennung des Brennstoffes mit der zugeführten Luft entsteht. Dieses heisse Gas soll nun in Energie umgewandelt werden. Vor allem im oberen Bereich des ZWS-Reaktors (2A) bildet sich sehr heisses Gas. Dieses Gas fliesst durch die Verbindung des ZWS-Reaktorsystems (2) und des Dampf- und Elektrizitätskraftwerks (3) in den Wärmetauscher des Dampferzeugers (3A) hinein. Dargestellt wird dies auch in Fig. 2. Wasser (5) wird in den Wärmetauscher des Dampferzeugers (3A) geführt und wird durch das heisse Gas erhitzt. Es entsteht übererhitzter Dampf (3B). Der übererhitzte Dampf (3B) treibt eine Turbine (3C) an und Energie in Form von Dampf wird in Elektrizität (4) umgewandelt.

Die zwei Hauptflüsse der verschiedenen Substanzen im neuen Verfahren werden im Folgenden detailliert geschildert:

#### - Luft/Gas-Fluss

Wie dargestellt in der Fig. 2, wird Luft (8) in den ZWS-Reaktor (2A) geblasen und entsprechend auch in den Zement-Drehofen (9A) und Zement-Klinkerkühler (9B). Im ZWS-Reaktorsystem (2) und Zement-Drehofen (9A) findet eine Verbrennung des Brennstoffes (7) mit der Luft (8) statt, und es entsteht heisses Gas. Das Gas fliesst vollständig durch den Dampferzeuger (3A) mit einer Temperatur von 600-1200 Grad Celsius. Wenn das Gas durch den Dampferzeuger (3A) fliesst, sinkt die Temperatur des Gases auf etwa 200 Grad Celsius.

#### - Zement-Rohmehl und Zement-Klinker-Fluss

Wie dargestellt in der Fig. 3, wird Zement-Rohmehl (1) zunächst in den ZWS-Reaktor (2A) geführt. Das Zement-Rohmehl (1) wird dann mit dem Gas in den ZWS-Zyklon-Sammler (2C) hinaufgezogen. Der ZWS-Zyklon-Sammler (2C) trennt das Gas vom Zement-Rohmehl (1). Das Zement-Rohmehl (1) fällt nach unten in den ZWS-Massenablauf-Verteiler (213). Wie dargestellt in der Fig. 4, wenn das Zement-Rohmehl (1) durch den ZWS-Massenablauf-Verteiler (2B) fliesst, wird das Zement-Rohmehl (1) in zwei Teile aufgeteilt. Der eine Teil fliesst zurück in den ZWS-Reaktor (2A) um weiter vorgewärmt und vorkalziniert zu werden. Der andere Teil fliesst in den Zement-Drehofen (9A). Der ZWS-Massenablauf-Verteiler (2B) kontrolliert das Verhältnis der Menge des Zement-Rohmehls (1), das in den Zement-Drehofen fliesst (9A) und jenes das in den ZWS-Reaktor (2A) zurückfliesst.

In den folgenden Erläuterungen sollen die innovativen Eigenschaften der Erfindung hervorgehoben werden.

Verglichen mit der Stand der Technik einer simultanen Produktion von Zement-Klinker und Stromerzeugung, gibt es verschiedene Vorteile und neue Eigenschaften im neuen Verfahren. Folgende Punkte werden beschrieben:

- Integriertes, von einander abhängiges, komplettes Verfahren einer Zement und Elektrizität erzeugenden Anlage. Die unabhängigen Vorkalzinatoren und die mehrstufigen Wärmetauscher werden durch das ZWS-Reaktorsystem ersetzt. Somit werden beide Verfahren, nämlich das Vorerhitzen und das Vorkalzinieren, im ZWS-Reaktorsystem durchgeführt. Die Stromerzeugung ist mit dem neuen Verfahren nicht nur ein Recyclingvorgang der Hitze, sondern es ist eine echte Stromerzeugungsanlage.

- Erhöhte Temperatur des Gases; die Temperatur des Gases, das durch den Wärmetauscher des Dampferzeugers fliesst, beträgt 600-1200 Grad Celsius. Dies ist viel höher als beim Stand der Technik, wo die Temperatur des Gases zwischen 250 und 450 Grad Celsius beträgt. Das heisst, dass die Energie, die durch den Wärmetauscher des Dampferzeugers fliesst von höherer Hitze und Qualität ist, als die vom Stand der Technik und somit ist der Effizienz-Faktor höher. Damit ist die spezifische Kapitalinvestition für die Stromerzeugung kleiner, weil es einfacher und effizienter ist, die ausserordentliche hohe Hitze in Strom umzuwandeln.

- Flexibilität des Ausstosses (Output) von Elektrizität und Zement-Klinker; man kann bei Bedarf mehr Strom oder Zement-Klinker produzieren. Die Kapazität und Menge der Stromerzeugung ist relativ unabhängig vom Ausstoss des Zement-Klinkers. Im Verfahren des Standes der Technik steht der Ausstoss der Menge der Elektrizität in direktem Zusammenhang (Korrelation) mit dem Ausstoss der Produktion des Zement-Klinkers, die Elektrizität ist ein Nebenprodukt der Zementproduktion.

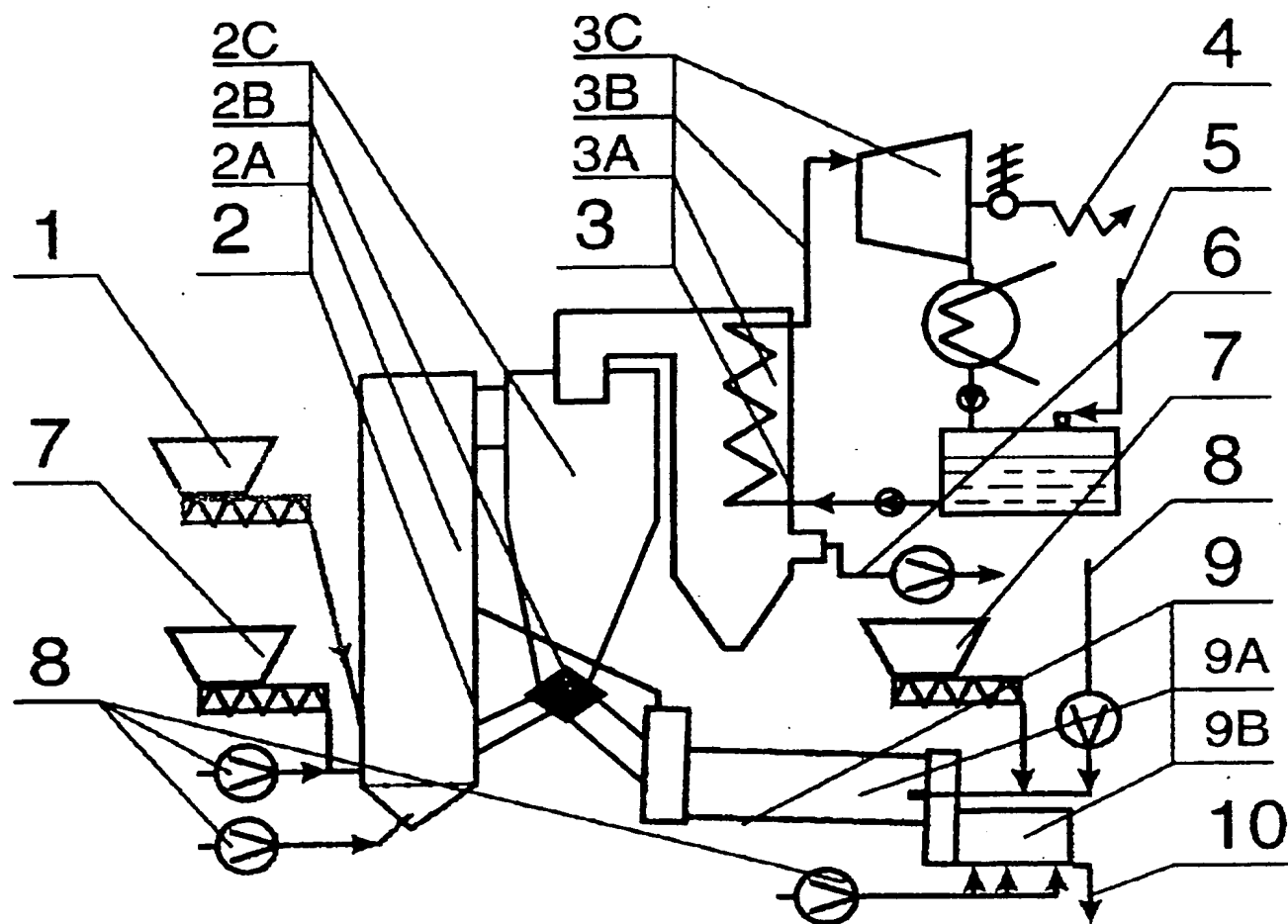
- Veränderter Durchlauf des Zement-Rohmehls; es ist nicht nötig, wie im Vorgehen des Standes der Technik, das kalte Zement-Rohmehl in einer Vorrichtung oben einzuführen, damit das Zement-Rohmehl nach unten fließen kann um vorerhitzt und vorkalziniert zu werden. Im neuen Verfahren kann das Zement-Rohmehl (1) auf niedriger Stufe direkt in den ZWS-Reaktor (2A) gefüttert werden. Zusammen mit der Luft (8) und dem Brennstoff (7) wird das Zement-Rohmehl (1) im unteren Teil des ZWS-Reaktorsystems (2) hineingeführt und erhitzt. Dies ist auch in der Fig. 3 ersichtlich. Der ZWS-Reaktor (2A) sorgt für die Vorerhitzung und Vorkalziniierung des Zement-Rohmehls und das Zement-Rohmehl wird mittels heissem Gas in den ZWS-Zyklon-Sammler hinaufgezogen.

#### Patentansprüche

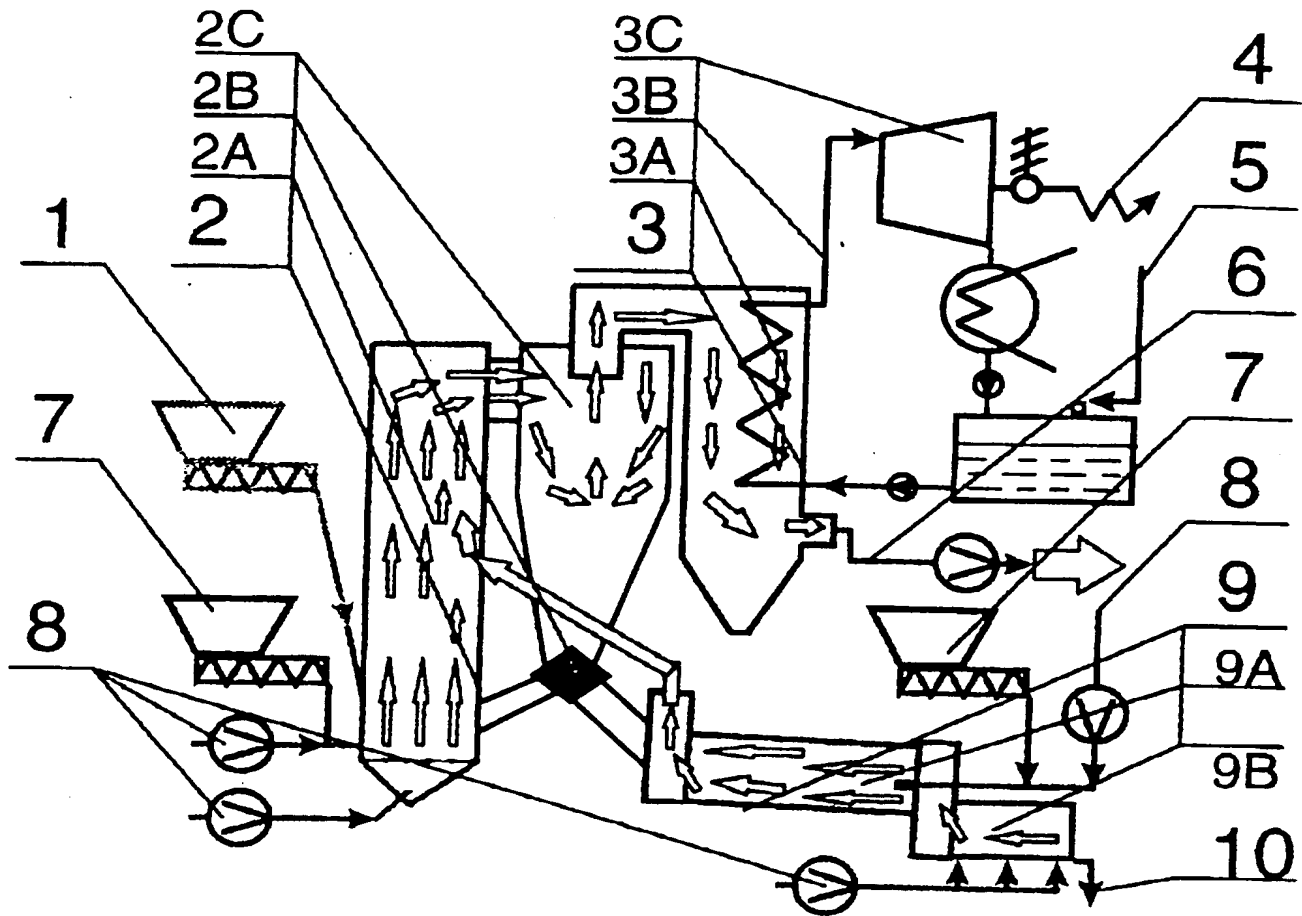
1. Verfahren zur simultanen Herstellung von Zement-Klinker und Elektrizität, mittels einer Anlage, bestehend im Wesentlichen aus einer Zement-Rohmehlaufgabe (1), Reaktorsystem mit zirkulierender Wirbelschicht (2), einem Zyklon-Sammler (2C) mit zirkulierender Wirbelschicht, Massenablauf-Verteiler (2B), Dampferzeuger (3A) und Turbine (3C), Zement-Klinker-Drehofen (9A) und Klinkerkühler (9B), dadurch gekennzeichnet, dass kaltes Zement-Rohmehl (1) direkt in den Reaktor (2A) zugegeben wird, wo es mittels Brennstoff (7) und Luft (8) vorerhitzt und vorkalziniert wird, wobei Gas mit sehr hoher Temperatur für den Wärmetauscher des Dampferzeugers (3A) bereitgestellt wird, um mittels Dampfkraft Elektrizität (4) zu gewinnen, und anschliessend das vorerhitzte und vorkalzinierte Zement-Rohmehl zu Zement-Klinker (10) verarbeitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebstemperatur des Gases beim Einlass in den Wärmetauscher des Dampferzeugers (3A) zwischen 600 und 1200 Grad Celsius beträgt.

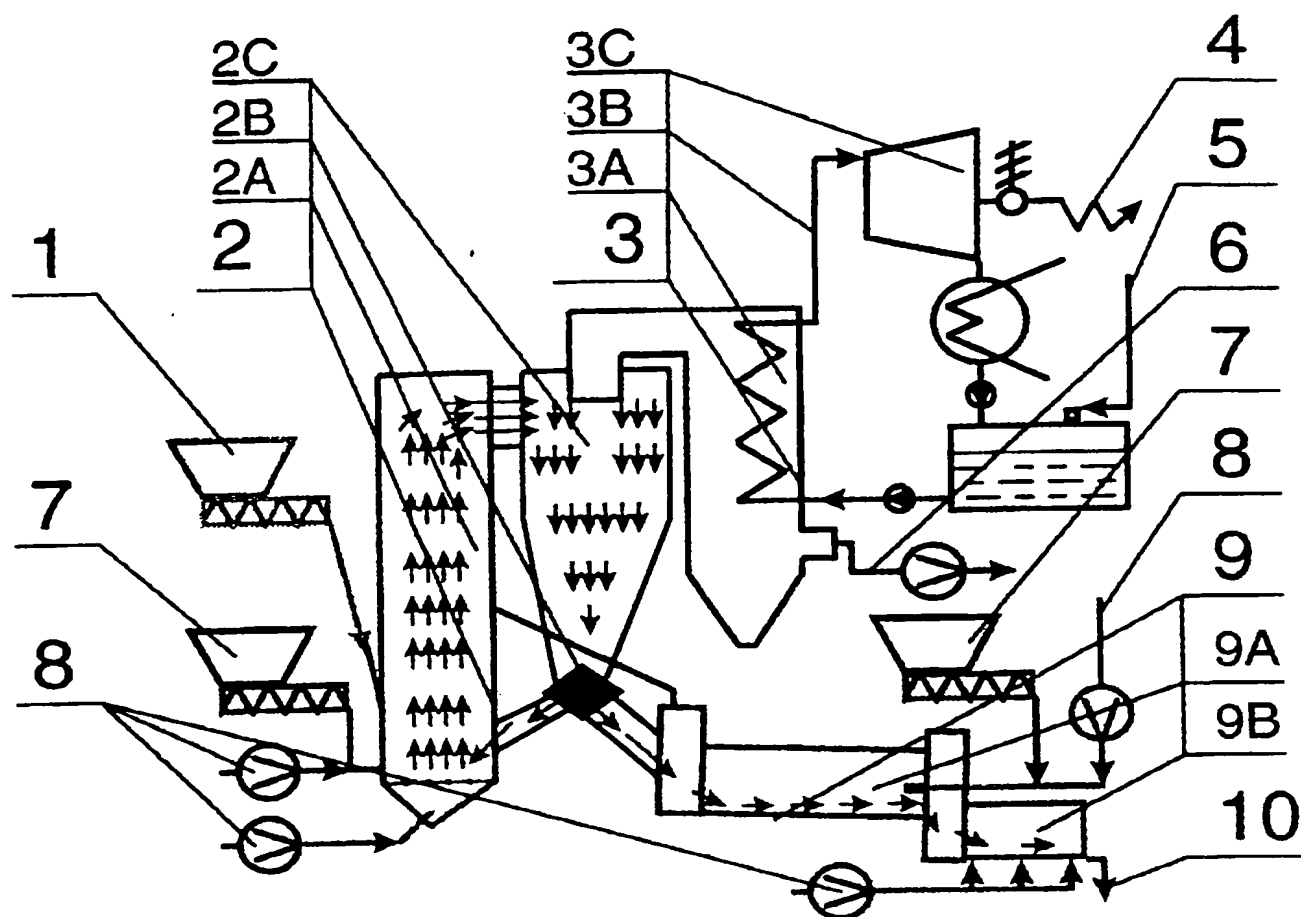
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass kaltes Zement-Rohmehl (1) in den Reaktor (2A) eingeführt, danach mittels heissem Gas in den Zyklon-Sammler (2C) hinaufgezogen wird, wo es vom Gas getrennt wird und danach das Zement-Rohmehl nach unten in den Massenablauf-Verteiler (2B) fällt, um in zwei Flüsse geteilt zu werden, wobei der eine Teil in den Reaktor (2A) zurückfliesst, um weiter vorgewärmt und vorkalziniert zu werden und der andere Teil in den Zement-Klinker-Drehofen (9A) fliesst.



Figur 1

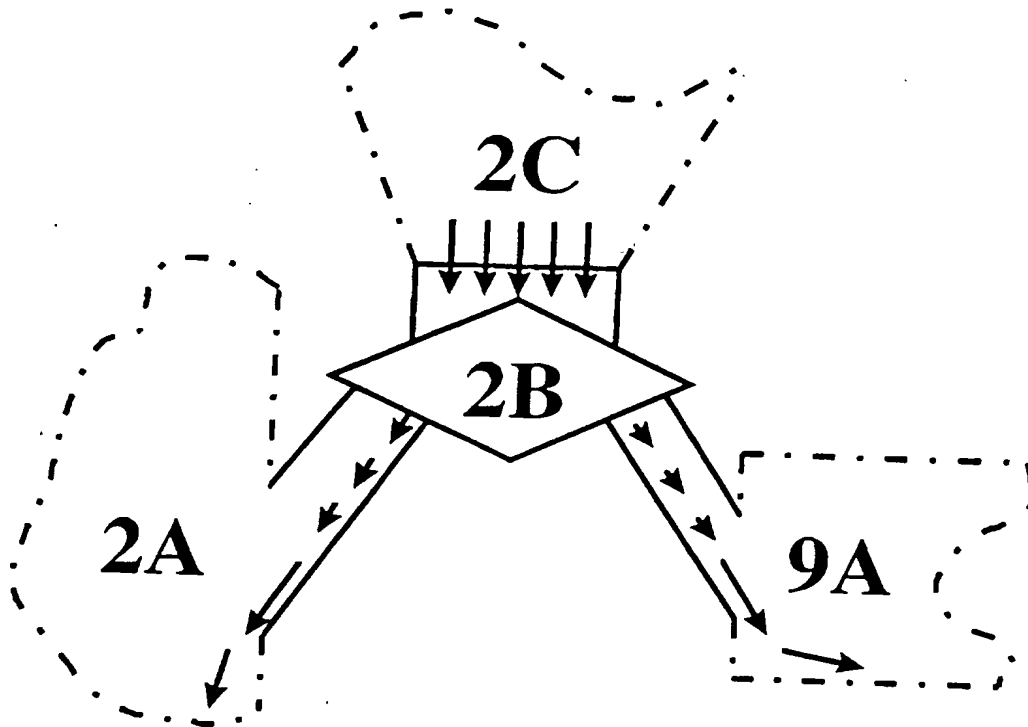


Figur 2



Figur 3





Figur 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**